

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego
w Gliwicach przy ul. Towarowej 17"

Adres budynku:	<i>ulica:</i> Towarowa 17 <i>kod:</i> 44-100 <i>mięscowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> ślaskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Maciej Muzyczuk <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż., audytor energetyczny członek ZAE nr 1761 <i>nr opracowania</i> 10/05/2019

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor energetyczny
członek ZAE nr 1761
ni wpisu do rejestru 9901

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.	Dane identyfikacyjne budynku Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Towarowej 17 w Gliwicach				
1.1.	Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	Rok budowy	I poł.XX w
1.3.	Inwestor:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku		
	Adres koresp.:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	ul. Towarowa 17 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt: Biuro Doradcze "ALTIMA" s.c. P. Syrek i M. Grabowska 40-599 Katowice, ul. Żeliwna 38 REGON: 240050673 NIP: 6452361107					
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Maciej Muzyczuk, 8052202792, 43-100 Tychy, ul. Rolna 44/3 Ukończone studia podyplomowe "Audyting energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków" Członek ZAE nr 1761; uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - nr wpisu do rejestru 9901; Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF (nr W017); certyfikowany audytor/ekspert ds.energetycznych programu NF (PoISEFF2, nr W010); Autoryzowany certyfikator energetyczny SCiAE.					
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje					
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)		
1					
2					
3					
5.	Miejscowość Tychy	Data wykonania opracowania	17.05.2019		
6. Spis treści 1. Strona tytułowa. 2. Karta audytu energetycznego. 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku. 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku. 5. Ocena stanu technicznego budynku. 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych. 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. 8. Opis wariantu optymalnego.					

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor certyfikowany energetyczny
nr wpisu do rejestru 9901

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + poddasze w części mieszkalne i piwnice nieogrzewane	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	811	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	294,73	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	294,73	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	
7.	Liczba mieszkań	5	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	14	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo, podgrzewacze elektr. i gazowe	sieć miejska
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualnie - piece węglowe elektryczne	sieć miejska
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1a	Ściany zewnętrzne	1,45	0,18
1b	Ściana pomiędzy nieogrzewanym poddaszem a pomieszczeniami ogrzewanymi	2,76	0,22
2a	Stropodach klatki schodowej	2,57	0,24
2b	Strop poddasza	1,72	0,16
3	Strop nad piwnicą	1,52	0,25
4	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
5a	Okna zewnętrzne nowe	1,90	1,90
5b	Okna zewnętrzne stare	3,60	0,90
5c	Drzwi zewnętrzne stare	3,90	1,30
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	0,98
2.	Sprawność przesyłania	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji	0,70	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,93	0,93
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	519	519
4.	Liczba wymian [1/h]	0,64	0,64
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	41,69	14,45
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	10,20	10,20
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	353,13	115,34
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	776,11	139,59
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	43,61	40,28

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	332,85	108,71
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	731,53	131,57
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	32,71	18,53
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	8,61	3,15
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]		302 288,73	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 78,1%
Planowane koszty całkowite [zł]		302 288,73	Premia termomodernizacyjna [zł] 38 624,66
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		19 312,33	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 17.04.2019

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceńodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	x	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	x	mieszk-usługowy	inny
Adres	44-100 Gliwice, ul. Towarowa 17			
Budynek	wolnostojący	x	segmentowy	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	x

Rok budowy		I poł. XX w					
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		Uprzemysłowiona			
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	182,5	11	Liczba klatek schodowych		1	
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	1 156	12	Liczba kondygnacji		2+2	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	810,5	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,75	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	294,7	14	Liczba osób		14	
5	Pow. korytarzy i klatek [m ²]	-	15	Liczba mieszkań		5	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m ²		-	
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m ²		5	
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m ²]	0,00	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m ²		-	
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	294,73	19	Liczba pom z WC w łazience		5	
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno		-	

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny, wolnostojący, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej, obustronnie otynkowane. Budynek w całości podpiwniczony. Strop nad piwnicą ceramiczny, strop poddasza o konstrukcji drewnianej. Dach kopertowo czterospadowy kryty papą. Do budynku przylegają dwie przybudówki, z których jedna jest ocieplona.

Stolarka okienna częściowo wymieniona na PCW, a część okien starych drewnianych. Drzwi zewnętrzne stare drewniane.

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	41,69
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	51,89
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	353,13
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	121,03
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	776,1
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	519

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej ścian zewnętrznych i stropu pod poddaszem. Stalarka okienna została częściowo wymieniona na nowszą z PCW, ale występują też okna stare. Drzwi zewnętrzne stare drewniane.

5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych

5.4. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U = 1,45$ - ściana wewnętrzna mieszkanie/strych $U = 2,76$ - podłoga w piwnicy $U = 0,39$ - stropodach - klatka schodowa $U = 2,57$ - strop poddasza $U = 1,72$ - strop nad piwnicą $U = 1,52$ 	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $U \leq 0,23$ - dla stropu poddasza $U \leq 0,18$ - dla stropu nad piwnicą $U \leq 0,25$ <p>UWAGA: nie przewiduje się ocieplenia ściany frontowej z uwagi na jej zabytkowy charakter.</p>
2	<p>Okna -</p> <ul style="list-style-type: none"> nowe z PCW $U = 1,90$ okna stare $U = 3,60$ Drzwi stare $U = 3,90$ 	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych.
3	<p>Wentylacja grawitacyjna -</p> <p>Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	Nie przewiduje się modernizacji.
4	<p>Instalacja centralnego ogrzewania -</p> <p>indywidualne, miejscowe - piece węglowe i gazowe.</p>	Budowa centralnej instalacji ogrzewania wraz z przyłączem do miejskiej sieci ciepłowniczej.
5	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej -</p> <p>C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych</p>	Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do nowobudowanego węzła cieplnego.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dachy, stopodachy i stropy pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie stropu poddasza i stropodachu
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie i infiltrację przez stolarkę okienną i drzwiową	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem do miejskiej sieci ciepłowniczej.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuję się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d *	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla klatki schodowej 8 stopni ***	1 194,2	1 194,2	dzień K'a
	dla stropu piwnic ***	3 085,8	3 085,8	dzień K'a
dla ogrzewania węglowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		32,00	32,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania gazowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		45,00	45,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania elektrycznego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		150,00	150,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ciepła sieciowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	12 568,81	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		0,00	41,43	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic.

** Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

*** Liczbę stopniodni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 6,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 292,11 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 321,32 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany na bazie styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,84	5,48	6,13
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,69	5,53	6,17	6,82
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	139,3	17,3	15,5	14,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,017	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 904	3 962	4 009
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		72 297	75 510	78 724
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		18,5	19,1	19,6
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,45	0,18	0,16	0,15
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Cenę jednostkową 1m² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 72 297 zł		SPBT= 18,5 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana wewnętrzna między mieszkaniem a poddaszem		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	16,50 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	16,50 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od poddasza						
wełną mineralną o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035$ W/mK.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,29	4,86	5,43
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,36	4,65	5,22	5,79
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	14,9	1,2	1,0	0,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,002	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		441	445	448
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		3 713	3 878	4 043
9	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		8,4	8,7	9,0
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	2,76	0,22	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 3 713 zł		SPBT= 8,4 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane:				A = 169,50 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 169,50 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu wełną mineralną						
o współczynnika przewodzenia ciepła 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,63	6,25	6,88
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,58	6,21	6,83	7,46
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	95,7	9,0	8,1	7,5
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,012	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _{0m} -y ₁ ·q _{1U} ·O _{0m})+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		2 774	2 800	2 822
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190,00	200,00	210,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		32 205	33 900	35 595
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		11,6	12,1	12,6
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,72	0,16	0,15	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 32 205 zł		SPBT=		11,6 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach klatki schodowej		
Dane:				A	=	13,00 m ²
				A _{kosz}	=	13,00 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wełną mineralną						
o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² /K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² /K/W	0,39	4,14	4,76	5,39
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	3,4	0,3	0,3	0,2
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z}) + 12·(y ₀ ·q _{0U} ·O _{0m} - y ₁ ·q _{1U} ·O _{1m}) + 12·(Ab ₀ - Ab ₁)	zł/a		100	101	102
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160,00	170,00	180,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		2 080	2 210	2 340
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		20,8	21,8	22,9
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	2,57	0,24	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 2 080 zł		SPBT= 20,8 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	182,50 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	182,50 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ = 0,041 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,41	3,90	4,39
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,66	4,07	4,56	5,05
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	73,7	11,9	10,7	9,6
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,011	0,002	0,002	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m - y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 978	2 019	2 051
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200,00	210,00	220,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		36 500	38 325	40 150
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		18,5	19,0	19,6
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,52	0,25	0,22	0,20
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia stropu przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 36 500 zł		SPBT=		18,5 lat

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana starych drzwi zewnętrznych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 10,85 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi \cdot A_d = 73 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi zewnętrznych						
wariant 1: wymiana drzwi na nowe				U= 1,3	a= 0,2	
wariant 2: wymiana drzwi na nowe				U= 1,1	a= 0,2	
wariant 3: wymiana drzwi na nowe				U= 0,9	a= 0,2	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m²K	3,90	1,30	1,10	0,90
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,30	1,00	1,00	1,00
		Cm	1,50	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	13,9	4,6	3,9	3,2
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	10,6	8,2	8,2	8,2
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	24,5	12,8	12,1	11,4
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U, q_1 = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0017	0,0039	0,0005	0,0004
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0015	0,0010	0,0010	0,0010
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0032	0,0048	0,0015	0,0014
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		375	397	420
11	Koszt wymiany lub zamurowania drzwi Nd	zł		18 445	20 615	24 955
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_d + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		49,20	51,90	58,40
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Ceny jednostkowe wymiany 1m² drzwi przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
wariant 1: wymiana drzwi (U=1,3)		10,9 m² drzwi*	1700 zł/m² =	18 445 zł		
wariant 2 : wymiana drzwi (U=1,1)		10,9 m² drzwi*	1900 zł/m² =	20 615 zł		
wariant 3 : wymiana drzwi (U=0,9)		10,9 m² drzwi*	2300 zł/m² =	24 955 zł		
Wybrany wariant : 1		Koszt :	18 445 zł	SPBT=	49,2	lat

				Przedsięwzięcie		
7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				wymiana okien starych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 15,11 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi \cdot A_d = 22 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych okien zewnętrznych						
wariant 1: wymiana okien na nowe				$U = 0,9$	$a = 0,6$	
wariant 2: wymiana okien na nowe				$U = 0,8$	$a = 0,6$	
wariant 3: wymiana okien na nowe				$U = 0,7$	$a = 0,6$	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,60	0,90	0,80	0,70
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,30	1,00	1,00	1,00
		C_m	1,50	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$, $Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	17,8	4,5	4,0	3,5
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	3,2	2,5	2,5	2,5
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$,	GJ/a	21,1	6,9	6,4	5,9
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$, $q_1 = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0022	0,0005	0,0005	0,0004
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
9	$q_0, q_1 = (6) + (7)$,	MW	0,0026	0,0008	0,0008	0,0007
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		452	468	484
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien N_{ok}	zł		24 176	30 220	37 775
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		53,50	64,60	78,10
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe wymiany 1m^2 okien przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
wariant 1: wymiana okien ($U=0,9$)		$15,1 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 1600 \text{ zł/m}^2 =$	24 176 zł			
wariant 2 : wymiana okien ($U=0,8$)		$15,1 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 2000 \text{ zł/m}^2 =$	30 220 zł			
wariant 3 : wymiana okien ($U=0,7$)		$15,1 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 2500 \text{ zł/m}^2 =$	37 775 zł			
Wybrany wariant : 1		Koszt : 24 176 zł	SPBT=	53,5 lat		

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana okien zewnętrznych z PCW		
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 34,17 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 230 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien zewnętrznych z PCW						
wariant 1: wymiana okien na nowe z PCW				$U = 0,9$	$a = 0,8$	
wariant 2: wymiana okien na nowe z PCW				$U = 0,8$	$a = 0,8$	
wariant 3: wymiana okien na nowe z PCW				$U = 0,7$	$a = 0,8$	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,90	0,90	0,80	0,70
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,00	1,00	1,00	1,00
		C_m	1,00	1,00	1,00	1,0
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	21,3	10,1	9,0	7,8
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	25,7	25,7	25,7	25,7
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	47,0	35,8	34,7	33,6
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U, q_1 = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0026	0,1174	0,0011	0,0010
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0057	0,1205	0,0042	0,0041
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		359	395	431
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien N_{ok}	zł		54 672	68 340	85 425
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		152,40	173,20	198,40
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe wymiany 1m^2 okien przyjęto wg średnich cen rynkowych. Ze względu na bardzo długi okres zwrotu niniejsze przedsięwzięcie uznaje się za nieopłacalne i nie rozpatruje dalej.						
wariant 1: wymiana okien ($U=0,9$)		$34,2 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 1600 \text{ zł/m}^2 =$	$54\,672 \text{ zł}$			
wariant 2 : wymiana okien ($U=0,8$)		$34,2 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 2000 \text{ zł/m}^2 =$	$68\,340 \text{ zł}$			
wariant 3 : wymiana okien ($U=0,7$)		$34,2 \text{ m}^2 \text{ okien} \cdot 2500 \text{ zł/m}^2 =$	$85\,425 \text{ zł}$			
Wybrany wariant : -		Koszt : - zł	SPBT=		- lat	

7.2.9 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 353,13$ GJ/a $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,46$

Przewiduje się budowę instalacji centralnego ogrzewania i przyłączenie jej do nowej kotłowni, w tym montaż przewodów instalacji wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K, regulację hydrauliczną instalacji. Przewiduje się podłączenie instalacji do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię w budynku.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,65$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 1,00$	$\eta_p = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,70$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,46$	$\eta = 0,78$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,455	0,785
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		4 949,72
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		98 137
6	SPBT	lata		19,8

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m2 powierzchni użytkowej	294,73	250 zł	73 682,50 zł
2. Regulacja hydrauliczna instalacji i regulacja źródła	1,00	10 000 zł	10 000,00 zł
3. Przyjęto koszt wymiennikowni i przyłącza	14,45	1 000 zł	14 454,00 zł
ŁĄCZNIE:			98 136,50 zł

7.2.10. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody

Dane: $Q_{oco} = 29,21 \text{ GJ/a}$

$\eta_o = 0,67$

Przewiduje się budowę centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z podłączeniem do kotłowni opisanej w punkcie poprzednim.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,91$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,80$
3	akumulacja ciepła	$\eta_r = 0,93$	$\eta_r = 0,93$
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,67$	$\eta = 0,73$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu cwu η	-	0,670	0,725
2	Koszt przygotowania cwu	zł/rok	4 252,37	1 812,43
3	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		2 439,94
4	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		14 737
5	SPBT	lata		6,0

	ilość	koszt	cena
1. Budowa instalacji wewnętrznej cwu (w przeliczeniu na 1 m ² powierzchni użytkowej)	295	50 zł	14 736,50 zł

7.2.11. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
0	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i węzła cieplnego	98 137	19,8
1	Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do węzła cieplnego	14 737	6,0
2	Ocieplenie ściany wewnętrznej oddzielającej mieszkanie od poddasza nieogrzewanego	3 713	8,4
3	Ocieplenie stropu poddasza	32 205	11,6
4	Ocieplenie stropu nad piwnicą	36 500	18,5
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	72 297	18,5
6	Ocieplenie stropodachu klatki schodowej	2 080	20,8
7	Wymiana starych drzwi	18 445	49,2
8	Wymiana starych okien	24 176	53,5
<p>Uwagi:</p> <p>Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.</p>			

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji c.o. i węzła ciepłego
- instalacja cwu - centralizacja instalacji i przyłączenie do węzła ciepłego
- ściana poddasza - ocieplenie ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od strychu
- strop poddasza - ocieplenie stropu poddasza
- strop piwnicy - ocieplenie stropu nad piwnicą
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- stropodach klatki - ocieplenie stropodachu nad klatką schodową
- drzwi zewnętrzne - wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe
- okna stare - wymiana starych okien zewnętrznych na nowe

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
0	instalacja co	X	X	X	X	X	X	X	X
1	instalacja cwu	X	X	X	X	X	X	X	X
2	ściana poddasza	X	X	X	X	X	X	X	
3	strop poddasza	X	X	X	X	X	X		
4	strop piwnicy	X	X	X	X	X			
5	ściany zewnętrzne	X	X	X	X				
6	stropodach klatki	X	X	X					
7	drzwi zewnętrzne	X	X						
8	okna stare	X							

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość												
Lp	Jedn.	stan ist.	variant									
			1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	Q _{se} GJ	353,13	128,14	134,87	144,38	285,24	292,81	347,59	353,13		
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	Q _{se} kW	41,69	16,09	16,97	18,18	32,96	34,76	41,06	41,69		
3	Udział źródła ciepła	%	-	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
4	Sprawnosć systemu ogrzewania $\eta = \eta_{tg} \cdot \eta_{da} \cdot \eta_{ls} \cdot \eta_{ls}$	η	0,46	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78		
5	Współczynnik przelwu dobowych	w _d	0,65	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95		
6	Współczynnik przelwu tygodniowych	w _t	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	Q _{se} GJ	1,00	139,59	163,22	174,73	321,00	354,37	420,66	427,37		
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	O _{se} zł	776,11	155,08	163,22	174,73	321,00	354,37	420,66	427,37		
9	Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.t. z uwzgl. sprawności	Q _{se} GJ	30 464,88	12 040,49	12 510,95	13 170,28	21 459,79	23 113,33	26 810,47	27 183,41		
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u.	Q _{se} kW	43,61	40,28	40,28	40,28	40,28	40,28	40,28	40,28		
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q GJ	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20		
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	ΔQ/Q %	819,72	179,86	203,50	215,01	361,28	394,64	460,94	467,64		
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q kW	-	78,1%	75,2%	73,8%	55,9%	51,9%	43,8%	43,0%		
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	ΔQ _k zł	51,89	24,65	27,17	28,38	43,16	44,96	51,26	51,89		
15	Koszt wykonania modernizacji	N _o zł	-	19 312,33	17 953,93	17 294,60	9 005,09	7 351,56	3 654,41	3 281,47		
16	Koszt audytu i inne koszty	Na zł	-	302 288,73 zł	259 667,73 zł	257 587,73 zł	185 290,50 zł	148 790,50 zł	116 585,50 zł	112 873,00 zł		
17	Koszty całkowite	N zł	-	302 288,73 zł	259 667,73 zł	257 587,73 zł	185 290,50 zł	148 790,50 zł	116 585,50 zł	112 873,00 zł		

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1.	2.	[zł]	[zł]	[%]	[zł, %] [zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • strop poddasza • strop piwnic • ściany zewnętrzne • stropodach klatki • drzwi zewnętrzne • okna stare 	302 288,73	19 312,33	78,1%	0,00 0% 302 288,73 100%	60 457,75	48 366,20	38 624,66
2	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • strop poddasza • strop piwnic • ściany zewnętrzne • stropodach klatki • drzwi zewnętrzne 	278 112,73	18 424,40	76,2%	0,00 0% 278 112,73 100%	55 622,55	44 498,04	36 848,79
3	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • strop poddasza • strop piwnic • ściany zewnętrzne • stropodach klatki 	259 667,73	17 953,93	75,2%	0,00 0% 259 667,73 100%	51 933,55	41 546,84	35 907,86
4	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • strop poddasza • strop piwnic • ściany zewnętrzne 	257 587,73	17 294,60	73,8%	0,00 0% 257 587,73 100%	51 517,55	41 214,04	34 589,21
5	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • ściana poddasza • strop poddasza • strop piwnic 	185 290,50	9 005,09	55,9%	0,00 0% 185 290,50 100%	37 058,10	29 646,48	18 010,17

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa instalacji centralnego ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K. Przyłączenie budynku do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię i podłączenie instalacji centralnego ogrzewania. Regulacja hydrauliczna instalacji.
- 2 Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem jej do nowobudowanego węzła ciepłego.
- 3 Ocieplenie ścian oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanego poddasza wełną mineralną o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,035$).
- 4 Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 5 Ocieplenie stropu nad piwnicą wełną mineralną o grubości 14 cm ($\lambda \leq 0,041$).
- 6 Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,031$).
- 7 Ocieplenie stropodachu klatki schodowej wełną mineralną o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 8 Wymiana starych okien na nowe o $U=0,90$ i drzwi na nowe o $U=1,30$

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	302 288,73 zł
Kredyt bankowy:	302 288,73 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	38 624,66 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	15,7 lat

8.3. Koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 30\,464,88 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 8,61 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 11\,152,55 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 3,15 \text{ zł}$$

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3 Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *k/W	U, ΔU , U _K W/m ² *K
1	ściany zewnętrzne	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 1,45
		cegła pełna	0,380	0,770	0,49	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,69	
2	strop nad piwnicą	wylewka	0,050	1,050	0,05	U = 1,52
		strop ceramiczny	0,240	-	0,26	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,34	
					0,66	
3	podłoga w piwnicy	chudy beton	0,200	1,050	0,19	U = 0,39
		papa	0,010	0,180	0,06	
		gruzobeton	0,200	1,000	0,20	
		żwir / grunt	0,150	0,900	0,17	
		$R_{si}+R_{se}$			1,96	
					2,57	
4a	strop poddasza	deskowanie	0,025	0,160	0,16	U = 1,72
		warstwa powietrza	0,020	-	0,16	
		podsufitka	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,20	
					0,58	
4b	stropodach klatki schodowej	papa	0,005	0,180	0,03	U = 2,57
		deskowanie	0,025	0,160	0,16	
		podsufitka	0,015	0,230	0,07	
		$R_{si}+R_{se}$			0,14	
					0,39	
5	ściana wewnętrzna mieszkanie/ strych	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 2,76
		cegła pełna	0,060	0,770	0,08	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,26	
					0,36	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m ³	Norma, m ³ /h lub krotność wymian h ⁻¹	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	810,50	0,50	405,25
Razem budynek				405,25
2	Strych	51,60	0,50	25,80
3	Piwnice	294,00	0,30	88,20
Ogółem			ψ =	519,25

Załącznik 3

Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym

		ogrzewanie węglowe	ogrzewanie gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,65	0,86	0,99
2.	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji η_e	0,70	0,76	0,70
4.	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	0,46	0,65	0,69
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	100%	0%	0%
8.	zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a	353,13	0,00	0,00
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H * w_d * w_t / \eta$ GJ/a	776,11	0,00	0,00
	SUMA =	776,11		

Załącznik nr 4

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

Kwh/rok

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} = 1,6$	$\text{dm}^3 / \text{m}^2 * \text{doba}$
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f = 295$	m^2
3	czas użytkowania	$t_{UZ} = 365,00$	doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R = 0,90$	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w = 4,19$	$\text{kJ}/(\text{kg} * \text{K})$
6	gęstość wody	$\rho_w = 1\,000,00$	kg/m^3
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} = 55$	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o = 10,00$	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} = 8\,113,42$ $Q_{w,nd} = 29,21$	kWh/rok GJ
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e = 0,67$	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,w} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} = 12\,115,00$ $43,61$	kWh/rok GJ
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} = 0,471568$	m^3/d
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,03$	m^3/h
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) = 0,28$	GJ/m^3
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 = 10,20$	kW
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 = 172,1$	m^3
17	Koszt przygotowanie cwu	$4\,252,37$	zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 = 1\,377,00$	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu	$5\,629,37$	zł
20	Średni koszt 1 m ³ cwu	$32,71$	$\text{zł}/\text{m}^3$

Sprawność wytwarzania
Sprawność przesyłu (dystrybucji)
Sprawność akumulacji
Sprawność wykorzystania
Udział źródła
współczynnik nierównomierności

	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze elektryczne	średnia
$\eta_g =$	0,85	0,96	0,91
$\eta_d =$	0,80	0,80	0,80
$\eta_s =$	1,00	0,85	0,93
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
	0,50	0,50	1,00
$N_h =$	4,90		

Załącznik nr 5

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_{H} , GJ/a
1	14,45	115,34
2	16,09	128,14
3	16,97	134,87
4	18,18	144,38
5	32,96	265,24
6	34,76	292,81
7	41,06	347,59
8	41,69	353,13
stan istniejący	41,69	353,13

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009